

Analisis Hubungan Inflasi, Indeks Harga Konsumen dan Jumlah Uang Beredar di Indonesia Menggunakan Model *Vector Autoregressive Integrated (VARI)*

ARY ROBAYANI, RIAMAN, BETTY SUBARINI

Departemen Matematika FMIPA Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21 Jatinangor Sumedang 45363

e-mail: ary17002@mail.unpad.ac.id, riaman@unpad.ac.id, betty.subartini@unpad.ac.id

Abstrak

Data ekonomi merupakan data deret waktu yang cenderung fluktuatif dan mengandung trend, sehingga menyebabkan data tidak stasioner dan perlu dilakukan proses *differencing*. Metode *Vector Autoregressive Integrated (VARI)* adalah salah satu metode yang dapat digunakan pada data deret waktu multivariat yang mengalami proses *differencing*. Dalam penelitian ini, dilakukan pemodelan data inflasi, indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar di Indonesia dengan model *VARI*, penaksiran parameter dengan *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*, analisis hubungan antar variabel dengan uji kausalitas Granger, dan uji keakuratan hasil peramalan dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Pada hasil penelitian diperoleh model *VARI* (1,1). Hasil uji kausalitas Granger pada model *VARI* (1,1) menunjukkan inflasi, indeks harga konsumen, dan jumlah uang beredar memiliki hubungan kausalitas dua arah. Nilai *MAPE* antara 20% - 50% untuk variabel inflasi dan indeks harga konsumen dan < 10% untuk variabel jumlah uang beredar, sehingga kedua model cukup baik digunakan untuk peramalan inflasi dan indeks harga konsumen, dan sangat baik digunakan untuk peramalan jumlah uang beredar. Kata kunci: deret waktu, *VARI*, *MLE*, uji kausalitas Granger, peramalan, *MAPE*.

Abstract

Economic data is time series data that tends to fluctuate and contain trends, thus causing the data to not be stationary and it is necessary to do a differencing process. The Vector Autoregressive Integrated (VARI) method is a method that can be used for multivariate time series data that undergoes a differencing process. In this study, the data modeling of inflation, the consumer price index and the money supply in Indonesia were carried out using the VARI model, estimating parameters with the Maximum Likelihood Estimation (MLE), analyzing the relationship between variables using the Granger causality test, and testing the accuracy of forecasting results using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). In the research results obtained the VARI (1,1) models. The results of the Granger causality test in the VARI model (1,1) show that inflation, the consumer price index, and the money supply have a two-way causality. The MAPE value is between 20% - 50% for the inflation variable and consumer price index and < 10% for the money supply variable, so that both models are good enough for forecasting inflation and the consumer price index, and are very good for forecasting the money supply.

Keywords: time series, VARI, MLE, Granger causality test, forecasting, MAPE.

1. PENDAHULUAN

Salah satu indikator perekonomian di Indonesia adalah inflasi. Beberapa faktor yang berkaitan dengan inflasi salah satunya adalah indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar. Banyaknya jumlah uang beredar yang dihasilkan dari berbagai kegiatan ekonomi seperti aktivitas jual beli, menabung, kredit, dan asuransi, menyebabkan harga barang dan jasa meningkat, sehingga terjadilah inflasi. Meningkatnya inflasi dapat menurunkan tingkat kesejahteraan masyarakat karena daya beli yang rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap inflasi dan beberapa variabel yang menyebabkan terjadinya inflasi, seperti indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar, sehingga mempermudah pemerintah dalam menentukan suatu kebijakan yang dapat meminimalisir terjadinya inflasi.

Data inflasi, indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar bersifat tidak stasioner dan mengandung *trend* sehingga perlu dilakukan *differencing*, yaitu mengurangi nilai pada suatu periode dengan nilai data periode sebelumnya. Model VARI dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel pada data *time series multivariat* yang sudah di *differencing*. Pada penelitian ini dilakukan penerapan model *VARI* untuk menganalisis hubungan antara inflasi, indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Data Deret Waktu (*Time Series*). Data *time series* merupakan proses stokastik yaitu rangkaian data yang berupa nilai pengamatan selama kurun waktu tertentu. Analisis *time series* merupakan analisis yang memodelkan serangkaian data pengamatan yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval tetap. Menurut Hillmer dan Wei [2], berdasarkan banyaknya variabel yang diamati, model *time series* dibagi menjadi dua yaitu *time series univariat* (hanya menggunakan satu variabel) dan *time series multivariat* (menggunakan variabel lebih dari satu).

2.2. *Differencing*. Menurut Wulandari *et al.* [6], *differencing* merupakan salah satu cara untuk menstasionerkan data dengan cara mengurangi nilai data pada suatu periode dengan

nilai data periode sebelumnya. *Differencing* yang dilakukan satu kali disebut *first differencing*. First differencing dari suatu data deret waktu Z_t dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$Z'_t = Z_t - Z_{t-1}. \tag{1}$$

2.3. Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF). Fungsi autokorelasi (ACF) antara Z_t dan Z_{t+k} dapat ditulis sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{\text{Cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{Var}(Z_t) \text{Var}(Z_{t+k})}}. \tag{2}$$

Jika $\{Z_t\}$ adalah deret waktu yang berdistribusi normal, maka fungsi autokorelasi parsial (PACF) antara Z_t dan Z_{t+k} adalah sebagai berikut:

$$P_k = \frac{\text{Cov}[(Z_t - \bar{Z}_t), (Z_{t+k} - \bar{Z}_{t+k})]}{\sqrt{\text{Var}(Z_t - \bar{Z}_t) \text{Var}(Z_{t+k} - \bar{Z}_{t+k})}} \tag{3}$$

2.4. Stasioneritas. Uji stasioneritas yang banyak digunakan yaitu tes *Augmented Dickey Fuller (ADF)*. Karena uji ADF telah mempertimbangkan kemungkinan adanya autokorelasi pada *error* jika seri yang digunakan *non-stasioner* (Shrestha dan Bhatta, [3]).

Misalkan, ada data seri Z_t untuk pengujian akar unit. Model uji akar unit *ADF* sebagai berikut:

$$Z_t = \phi Z_{t-1} + \varepsilon_t, \tag{4}$$

dengan

- ϕ : koefisien *autoregresif*
- ε_t : 7 nilai *error*, $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$.

Hipotesisnya adalah:

- H_0 : $\phi = 1$ (data non-stasioner)
- H_1 : $\phi < 1$ (data stasioner)

Statistik uji *ADF*:

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\hat{\phi}}{\text{s.e}(\hat{\phi})}, \tag{5}$$

dengan

- $\hat{\phi}$: nilai dugaan ϕ
- $\text{s.e}(\hat{\phi})$: *standard error* dari ϕ

Kriteria penolakan, H_0 ditolak jika $|t_{\text{hitung}}| > t_{\text{tabel}}$, atau $p\text{-value} < 0.05$ pada taraf signifikan $\alpha = 0.05$ (Wei, [4]).

2.5. Perhitungan Korelasi. Menurut Yuliati *et al.* [7], dalam menerapkan model *VAR*, terlebih dahulu akan dilihat korelasi antar variabel yang terlibat dalam analisis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \cdot \sqrt{n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}. \tag{6}$$

2.6. Model Vector Autoregressive Integrated (VARI). Model VARI dinyatakan sebagai berikut:

$$\vec{Y}_t = \Phi_1 \vec{Y}_{t-1} + \Phi_2 \vec{Y}_{t-2} + \dots + \Phi_p \vec{Y}_{t-p} + \vec{\varepsilon}_t, \quad \vec{\varepsilon}_t \sim N(0, \sigma^2),$$

dengan $\vec{Y}_t = \vec{Z}_t - \vec{Z}_{t-1}$.

Untuk menentukan panjang lag optimal pada model *VARI* dapat menggunakan *Schwartz Criteria (SC)*. Perhitungan untuk *SC* adalah:

$$\text{SC} = \left(\frac{k}{n}\right) \ln n + \ln \frac{\text{RSS}}{n}, \tag{7}$$

dengan

- RSS : jumlah kuadrat residu (*residual sum of squares*)
- k : banyak parameter yang diestimasi
- n : banyak observasi

lag optimal ada pada nilai terkecil yang didapat dari perhitungan SC (Widarjono, [5]).

2.7. Penaksiran Paramter Model *VARI* dengan Metode *MLE*. Diasumsikan error pada model *VARI* (1,1) berdistribusi normal, sehingga parameter model *VARI* (1,1) dapat diestimasi menggunakan metode MLE dengan cara memaksimumkan fungsi *ln likelihood*. Misal, untuk variabel $N = 3$ dan waktu $T = 3$, maka model *VARI* (1,1) menjadi:

$$\vec{Y}_{t((3 \times 2) \times 1)} = \Phi_{((3 \times 3) \times (3 \times 3))} \vec{Y}_{t-1((3 \times 2) \times 1)} + \vec{\varepsilon}_{((3 \times 2) \times 1)},$$

dapat ditulis dalam bentuk:

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} \left(\begin{matrix} Y_{1,2} \\ Y_{2,2} \\ Y_{3,2} \end{matrix} \right) \\ \left(\begin{matrix} Y_{1,3} \\ Y_{2,3} \\ Y_{3,3} \end{matrix} \right) \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} \left(\begin{matrix} Y_{1,1} & Y_{2,1} & Y_{3,1} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix} \right) \\ \left(\begin{matrix} Y_{1,2} & Y_{2,2} & Y_{3,2} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix} \right) \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \left(\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ Y_{1,1} & Y_{2,1} & Y_{3,1} \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix} \right) \\ \left(\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ Y_{1,2} & Y_{2,2} & Y_{3,2} \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix} \right) \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \left(\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ Y_{1,1} & Y_{2,1} & Y_{3,1} \end{matrix} \right) \\ \left(\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ Y_{1,2} & Y_{2,2} & Y_{3,2} \end{matrix} \right) \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \left(\begin{matrix} \phi_{11} \\ \phi_{12} \\ \phi_{13} \\ \phi_{21} \\ \phi_{22} \\ \phi_{23} \\ \phi_{31} \\ \phi_{32} \\ \phi_{33} \end{matrix} \right) \\ \beta \end{bmatrix} & + & \begin{bmatrix} \left(\begin{matrix} \varepsilon_{1,2} \\ \varepsilon_{2,2} \\ \varepsilon_{3,2} \\ \varepsilon_{1,3} \\ \varepsilon_{2,3} \\ \varepsilon_{3,3} \end{matrix} \right) \\ \varepsilon \end{bmatrix} . \end{matrix}$$

Persamaan di atas disederhanakan dengan persamaan linier, yaitu:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\beta + \varepsilon, \tag{8}$$

sehingga fungsi *likelihood*-nya yaitu:

$$L(\beta, \sigma^2) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{n}{2}}} e^{\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(\mathbf{y}-\mathbf{X}\beta)'(\mathbf{y}-\mathbf{X}\beta)\right)}. \tag{9}$$

Fungsi *lnlikelihood* menjadi,

$$\ln(L(\beta, \sigma^2)) = -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)' (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta). \tag{10}$$

Persamaan (10) diturunkan terhadap β ,

$$\frac{\partial \ln(L(\beta, \sigma^2))}{\partial \beta} = \frac{1}{\sigma^2} (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)' (-\mathbf{X}). \tag{11}$$

Memaksimumkan fungsi *likelihood* pada persamaan (11), maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sigma^2} (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)' (-\mathbf{X}) &= 0 \\ -\mathbf{y}'\mathbf{X} + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X} &= 0 \\ \hat{\beta}' &= \mathbf{y}'\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}, \end{aligned} \tag{12}$$

dengan menghilangkan transpose pada β' , persamaan (12) menjadi:

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}. \tag{13}$$

Maka taksiran *MLE* untuk model *VARI* (1,1) pada $N = 3$ dan waktu $T = 3$ menjadi:

$$\hat{\Phi}_{1((3 \times 3) \times 1)} = \left(\vec{Y}_{t-1((3 \times 3) \times (3 \times 2))} \vec{Y}_{t-1((3 \times 2) \times (3 \times 3))} \right)^{-1} \vec{Y}'_{t-1((3 \times 3) \times (3 \times 2))} \vec{Y}_{t((3 \times 2) \times 1)}.$$

Taksiran *MLE* untuk model *VARI* (1,1) pada N variabel dan waktu T secara umum, yaitu:

$$\hat{\Phi}_{1_{((N \times N) \times 1)}} = \left(\vec{Y}_{t-1_{((N \times N) \times (N \times (T-1)))}} \vec{Y}_{t-1_{((N \times (T-1)) \times (N \times N))}} \right)^{-1} \vec{Y}'_{t-1_{((N \times N) \times (N \times (T-1)))}} \vec{Y}_{t_{((N \times (T-1)) \times 1)}, \quad (14)$$

dengan $\vec{Y}_t = \vec{Z}_t - \vec{Z}_{t-1}$.

2.8. Uji Kausalitas. Hubungan sebab akibat ini bisa diuji menggunakan uji kausalitas Granger (Widarjono, [5]). Model persamaan untuk kausalitas Granger adalah sebagai berikut:

Persamaan *unrestricted*, dimana variabel bebas yang disertakan dalam model adalah nilai *lag* variabel X dan Y .

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + e_{1t}, \quad (15)$$

dengan

- Y_t : nilai variabel Y pada waktu ke- t
- m : banyak *lag*
- α_i : koefisien dari lag ke- i variabel Y pada model *unrestricted*
- β_i : koefisien dari lag ke- i variabel X
- X_{t-i} : nilai variabel X pada lag ke- i , dimana t lebih besar dari i
- e_{1t} : *error* pada waktu ke- t

Persamaan *restricted*, dengan variabel bebas yang disertakan dalam model hanya nilai *lag* dari variabel Y .

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \gamma_i Y_{t-i} + e_{2t}, \quad (16)$$

dengan

- e_{2t} : *error* pada waktu ke- t
- m : banyak *lag*
- γ_i : koefisien dari *lag* ke- i variabel Y pada model *restricted*
- Y_{t-i} : nilai variabel Y pada lag ke- i , dimana t lebih besar dari i

Ada atau tidaknya kausalitas ini diuji melalui uji F . Rumus untuk nilai F_{hitung} adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{((RSS_R - RSS_{UR})/m)}{RSS_{UR}/(n - k)}, \quad (17)$$

dengan

- RSS_R : nilai jumlah kuadrat residual dalam persamaan *restricted*
- RSS_{UR} : nilai jumlah kuadrat residual dalam persamaan *unrestricted*
- n : banyak observasi
- m : banyak *lag*
- k : banyak parameter yang diestimasi di dalam persamaan *unrestricted*

dengan hipotesis

- H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0$ (*lag* X tidak berada dalam regresi/ X tidak mempengaruhi Y)
- H_1 : Minimal ada satu $\beta_i \neq 0$, untuk $i = 1, 2, \dots, n$ (*lag* X berada dalam regresi/ X mempengaruhi Y)

Kriteria keputusan: H_0 ditolak jika nilai $F_{hitung} > F_{(\alpha; m; n-k)}$.

2.9. Mean Absolute Percentage Error (MAPE). *MAPE* merupakan kriteria peramalan yang digunakan untuk melihat seberapa akurat model memprediksi kejadian yang sebenarnya. Semakin kecil nilai *MAPE*, maka hasil peramalan semakin mendekati hasil yang aktual.

TABEL 1. Kriteria nilai *MAPE*

Nilai MAPE	Kriteria
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Cukup
> 50%	Buruk

Sumber: Chang *et al.*, [1]

2.10. **Data Penelitian.** Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data Inflasi, Indeks Harga Konsumen dan Jumlah Uang Beredar di Indonesia bulanan yang diambil dari *website* Bank Indonesia [8] dan Badan Pusat Statistik [9, 10]. Untuk menentukan model digunakan data pada periode Februari 2014 - November 2019, sedangkan untuk peramalan digunakan data periode Desember 2019 - September 2020.

2.11. **Variabel Penelitian.** Variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu:

- $\vec{Y}_{1,t}$: Data *Differencing* Inflasi di Indonesia.
 $\vec{Y}_{2,t}$: Data *Differencing* Indeks Harga Konsumen (IHK) di Indonesia.
 $\vec{Y}_{3,t}$: Data *Differencing* Jumlah Uang Beredar (JUB) di Indonesia.

2.12. **Tahapan Analisis Data.**

1. Input data inflasi yang diambil dari Bank Indonesia (BI), serta indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar (M1) yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) periode Februari 2014 - November 2019 dari Excel ke dalam *Software R*.
2. Identifikasi Model, jika plot *ACF* menurun secara eksponensial dan plot *PACF* memotong di lag 1, maka model yang digunakan model *AR* (1).
3. Uji Stasioner menggunakan uji ADF, data dikatakan stasioner jika memiliki nilai *p-value* < 0.05. Jika data belum stasioner, maka dilakukan *first differencing* sehingga model yang digunakan adalah model *ARI* (1,1).
4. Model *VARI*, model dibangun dengan *lag* optimal berdasarkan nilai terkecil yang didapat dari perhitungan *SC*.
5. Penaksiran parameter model *VARI* menggunakan *MLE*.
6. Uji Kausalitas Granger melalui uji F, jika pada setiap variabel diperoleh $F_{hitung} > F_{(\alpha; m; n-k)}$, maka terdapat hubungan kausalitas antar variabel tersebut.
7. Peramalan inflasi, indeks harga konsumen, dan jumlah uang beredar di Indonesia 10 bulan ke depan menggunakan taksiran model *VARI*. Kemudian dilakukan pengecekan keakuratan hasil peramalan berdasarkan hasil perhitungan nilai *MAPE*.

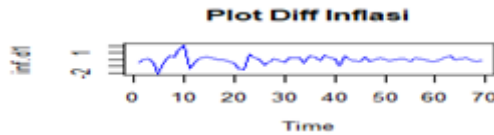
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. **Data Inflasi, Indeks Harga Konsumen dan Jumlah Uang Beredar.** Berdasarkan hasil analisis secara deskriptif dari 70 data, rata-rata inflasi sebesar 4.357, rata-rata indeks harga konsumen sebesar 126.5 dan rata-rata jumlah uang beredar sebesar 1152203. Penyebaran data terhadap pusat data (rata-rata) masing-masing variabel sebesar 1.615576, 8.102454, dan 299692.3. *Varians* dari masing-masing variabel sebesar 2.610086, 65.64976, dan 89815481955. Ini menunjukkan bahwa data memiliki variasi yang cukup tinggi juga *range* yang cukup jauh.

TABEL 2. Hasil Statistika Deskriptif Data

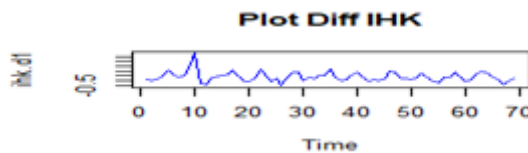
Variabel	Mean	Standar Deviasi	Varians	N
Inflasi	4,357	1,615576	2,610086	70
IHK	126,5	8,102454	65,64976	70
JUB	1152203	299692,3	89815481955	70

3.2. **Data Inflasi, Indeks Harga Konsumen dan Jumlah Uang Beredar.** Setelah di-*differencing*, dihasilkan grafik data Inflasi, Indeks Harga Konsumen dan Jumlah Uang Beredar dengan *software R 3.6.3*. Pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3, dapat dilihat bahwa data sudah cukup stabil.



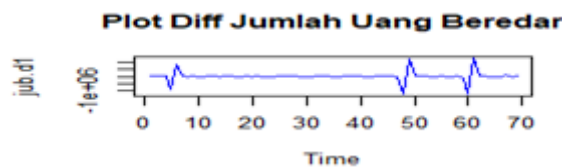
1.png

GAMBAR 1. Grafik Inflasi *first differencing*



2.png

GAMBAR 2. Grafik IHK *first differencing*

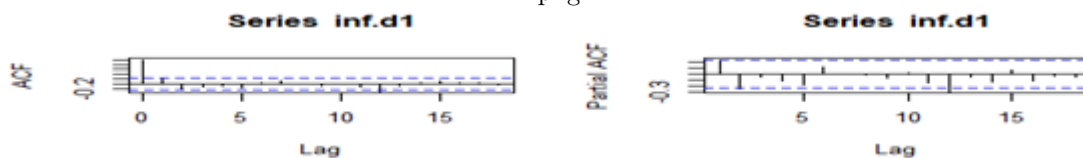


3.png

GAMBAR 3. Grafik JUB *first differencing*

3.3. **Identifikasi Model.** Menggunakan *software R 3.6.3*, grafik *ACF* dan *PACF* data Inflasi, Indeks Harga Konsumen dan Jumlah Uang Beredar pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6, dapat dilihat bahwa grafik *ACF* menurun secara eksponensial sedangkan grafik *PACF* memotong di lag yang berbeda, sehingga orde model belum bisa ditentukan.

4.png

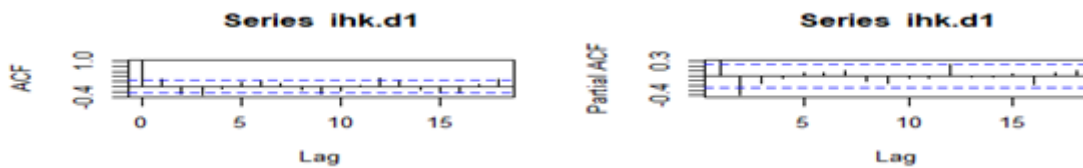


GAMBAR 4. Grafik *ACF* dan *PACF* Inflasi

3.4. **Kestasioneran Data.** Menggunakan *software R 3.6.3*, pada Tabel 3 dapat dilihat semua variabel memiliki nilai *p-value* < 0.05, sehingga data sudah stasioner.

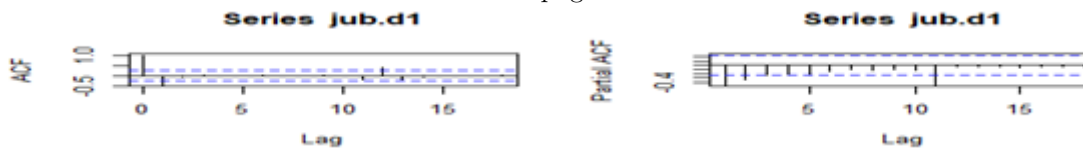
3.5. **Perhitungan Korelasi.** Menggunakan *software R*, pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa korelasi antara inflasi, indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar di Indonesia cukup tinggi. Indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar memiliki korelasi negatif dengan inflasi, sementara indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar memiliki korelasi positif.

5.png



GAMBAR 5. Grafik ACF dan PACF IHK

6.png



GAMBAR 6. Grafik ACF dan PACF JUB

TABEL 3. Hasil Uji ADF Data (setelah differencing)

Variabel	ADF	Order Lag	p-value
Inflasi	-5.5515	4	0.01
IHK	-4.3944	4	0.01
JUB	-6.5917	4	0.01

TABEL 4. Hasil Perhitungan Korelasi Antar Variabel

	Inflasi	IHK	JUB
Inflasi	1	-0.7653196	-0.4299834
IHK	-0.7653196	1	0.6363434
JUB	-0.4299834	0.6363434	1

3.6. **Model VARI dengan Lag Optimal.** Menggunakan *software R 3.6.3*, pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa yang mempunyai nilai *SC* terkecil adalah *lag 1*, sehingga model yang dihasilkan adalah model *VARI (1,1)*.

3.7. **Penaksiran Model VARI dengan MLE.** Menggunakan *software R 3.6.3*, diperoleh hasil penaksiran parameter masing-masing model pada Tabel 6, sehingga model *VARI (1,1)* dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{1,t} &= 0.2241Y_{1,t-1} - 0.06558Y_{2,t-1} + 0.00000008290Y_{3,t-1} \\ \hat{Y}_{2,t} &= -0.009230Y_{1,t-1} + 0.3028Y_{2,t-1} + 0.00000008766Y_{3,t-1} \\ \hat{Y}_{3,t} &= 42720Y_{1,t-1} - 99000Y_{2,t-1} - 0.4799Y_{3,t-1}. \end{aligned}$$

3.8. **Uji Kausalitas Granger.** Menggunakan *software SPSS 16* dan *Excel 2016*, diperoleh hasil uji kausalitas Granger terhadap masing-masing variabel pada Tabel 7 memiliki nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, yang menunjukkan terdapat hubungan kausalitas dua arah antara inflasi, indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar.

3.9. **Peramalan.** Menggunakan *software Excel 2016*, diperoleh hasil peramalan inflasi, indeks harga konsumen dan jumlah uang beredar dapat dilihat pada Tabel 8.

Menggunakan *software Excel 2016*, dapat dilihat peramalan Inflasi, IHK dan JUB di Indonesia pada Tabel 9 menggunakan model *VARI (1,1)*. Hasil peramalan menunjukkan

TABEL 5. Hasil Pengujian *Lag* dengan *SC*

<i>Lag</i> 1	<i>Lag</i> 2	<i>Lag</i> 3	<i>Lag</i> 4	<i>Lag</i> 5
22.36418	22.57082	23.02370	23.50275	23.97832
<i>Lag</i> 6	<i>Lag</i> 7	<i>Lag</i> 8	<i>Lag</i> 9	<i>Lag</i> 10
24.24776	24.62071	25.06020	25.50553	26.06742

TABEL 6. Hasil Taksiran Parameter *VARI* (1,1) dengan *MLE*

Taksiran Parameter	Orde 1
$\hat{\phi}_{11}$	0.2241
$\hat{\phi}_{12}$	-0.06558
$\hat{\phi}_{13}$	0.00000008290
$\hat{\phi}_{21}$	-0.009230
$\hat{\phi}_{22}$	0.3028
$\hat{\phi}_{23}$	0.00000008766
$\hat{\phi}_{31}$	42720
$\hat{\phi}_{32}$	-99000
$\hat{\phi}_{33}$	-0.4799

TABEL 7. Hasil Uji Kausalitas Granger pada Model *VARI* (1,1)

Pengaruh	Terhadap	F_{hitung}	$F_{tabel(0.05;1;2)}$	Keterangan
Inflasi	IHK	0.010594	0.005	$F_{hitung} > F_{tabel}$
	JUB			
IHK	Inflasi	0.006759	0.005	$F_{hitung} > F_{tabel}$
	JUB			
Pengaruh	Terhadap	F_{hitung}	$F_{tabel(0.05;1;2)}$	Keterangan
JUB	Inflasi	0.050304	0.005	$F_{hitung} > F_{tabel}$
	IHK			

TABEL 8. Hasil Peramalan Inflasi, IHK dan JUB di Indonesia dengan model *VARI* (1,1)

Bulan	Y_t			\hat{Y}_t		
	Inflasi	IHK	JUB	Inflasi	IHK	JUB
Des-19	2.720	139.070	1565358.000	2.781	138.726	1556815.051
Jan-20	2.680	104.330	1484403.000	2.720	139.070	1565358.000
Feb-20	2.980	104.620	1505491.000	2.661	139.454	1581966.502
Mar-20	2.960	104.720	1648681.330	2.601	139.850	1590906.243
Apr-20	2.670	104.800	1576401.000	2.539	140.250	1602217.311
Mei-20	2.190	104.870	1653610.640	2.477	140.651	1612001.419
Jun-20	1.960	105.060	1637750.660	2.415	141.051	1622383.729
Jul-20	1.540	104.950	1683193.630	2.353	141.452	1632443.765
Agt-20	1.320	104.900	1759639.020	2.291	141.853	1642644.798
Sep-20	1.420	104.850	1780721.410	2.229	142.254	1652775.421

TABEL 9. Hasil Perhitungan nilai *MAPE*

<i>MAPE</i>		
Inflasi	IHK	JUB
25.11%	30.83%	3.65%

bahwa model $VARI(1,1)$ cukup akurat untuk meramalkan Inflasi dan IHK, karena memiliki nilai $MAPE$ diantara 20%-50% dan sangat baik untuk meramalkan JUB karena memiliki nilai $MAPE < 10\%$.

4. SIMPULAN

Model yang digunakan untuk memodelkan data Inflasi, IHK, dan JUB di Indonesia adalah model $VARI(1,1)$. Dengan model $VARI(1,1)$, ditemukan adanya hubungan kausalitas dua arah antara Inflasi, IHK dan JUB. Hasil peramalan menggunakan kedua model memiliki nilai $MAPE$ kurang dari 50%, sehingga model dapat digunakan untuk peramalan. Untuk penelitian selanjutnya, model VAR dapat dikembangkan lagi dengan mempertimbangkan kondisi data dan penentuan *lag*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chang, P.C., Wang, Y.W., and Liu, C.H., 2007, The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting, *Expert Systems with Applications, Volume 32, Pages 86-96*.
- [2] Hillmer, S.C., and Wei, W.W.S., 2006, Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods, *Journal of the American Statistical Association, Volume 86, Issue 413, Page 245*.
- [3] Shrestha, M.B., and Bhatta, G.R., 2018, Selecting appropriate methodological framework for time series data analysis, *Journal of Finance and Data Science, Volume 4, Issue 2, Pages 7189*.
- [4] Wei, W.W.S., 1990, *Time series analysis: Univariate and multivariate methods*, Addison Wesley, Canada.
- [5] Widarjono, A., 2007, *Ekonometrika: teori dan aplikasi untuk ekonomi dan bisnis*, Ekonisia Yogyakarta.
- [6] Wulandari, A.D., Gusriani, N., and Ruchjana, N.B., 2014, Penaksiran Parameter Model Vector Autoregressive Integrated (VARI) dengan Metode MLE dan Penerapannya pada Data Indeks Harga Konsumen, *IndoMS Journal on Statistics, Volume 2, Issue 1, Pages 2737*.
- [7] Yulianti, I.F., Istinah, A.N., Sihombing, P.R., 2020, Penerapan Vector Autoregressive Integrated (VARI) pada Data Jumlah Peserta KB Aktif, *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan, Volume 17, Issue 2, Pages 258272*.
- [8] Bank Indonesia, 2021, Data Inflasi, <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/data-inflasi.aspx> on January 19, 2021
- [9] Badan Pusat Statistik, 2021, Indeks Harga Konsumen dan Inflasi Bulanan Indonesia, 2006-2022, <https://www.bps.go.id/statictable/2009/06/15/907/indeks-harga-konsumen-dan-inflasi-bulanan-indonesia-2006-2020.html> on January 19, 2021.
- [10] Badan Pusat Statistik, 2021, Uang Beredar, <https://www.bps.go.id/indikator/13/123/1/uang-beredar.html> on January 19, 2021.

